

Spindle drive for selective linear and rotary movements - affords mixt. of translation and rotation when heads are driven with unequal speeds in opposite directions

Publication number: DE3938353 (A1)

Publication date: 1990-05-23

Inventor(s): WURST KARL-HEINZ DIPL ING [DE]

Applicant(s): FISW GMBH [DE]

Classification:

- international: B23Q5/28; B23Q5/40; B25J18/04; F16H25/12; F16H25/20; H02K7/06; B23Q5/22; B25J18/00; F16H25/00; F16H25/20; H02K7/06; (IPC1-7): B23Q5/22; B23Q5/28; F16H25/20; F16H37/00; H02K7/06; H02K16/00

- European: B23Q5/28; B23Q5/40; B25J18/04; F16H25/12B; F16H25/20D; H02K7/06

Application number: DE19893938353 19891117

Priority number(s): DE19893938353 19891117; DE19880014392U 19881117; DE19890006942U 19890606

Also published as:

DE3938353 (C2)

DE8906942 (U1)

Cited documents:

DE3735517 (A1)

DE3416938 (A1)

DE8709223U (U1)

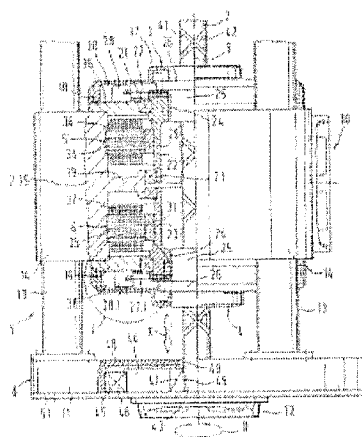
CH586583 (A5)

CH495517 (A)

more >>

Abstract of DE 3938353 (A1)

The spindle (2) carries two concentrically mounted driving heads (3,4) arranged one behind the other along its length. These can be set in rotation independently by the concentric rotors of their motors (5,6). At least one of the heads (3,4) is coupled to its rotor by gearing whose axis of symmetry coincides with the axis (9) of the spindle (2), which has intersecting opposite threads (41,42) in engagement with the spindle heads. A disc (44) at one end (43) is set in a roller bearing (46). Pure rotation of the shaft (2) results when both heads (3,4) rotate with the same speed and direction, and pure translation when they are driven oppositely. USE/ADVANTAGE - Esp. in materials-handling machinery or robot. Accurate adjustments of spindle are possible with small and compact structure.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3938353 A1

21 Aktenzeichen: P 39 38 353.9
22 Anmeldetag: 17. 11. 89
43 Offenlegungstag: 23. 5. 90

51 Int. Cl. 5:
F 16 H 25/20
H 02 K 7/06
H 02 K 16/00
B 23 Q 5/28
B 23 Q 5/22
F 16 H 37/00

DE 3938353 A1

30 Innere Priorität: 32 33 31
17.11.88 DE 88 14 392.9 06.06.89 DE 89 06 942.0

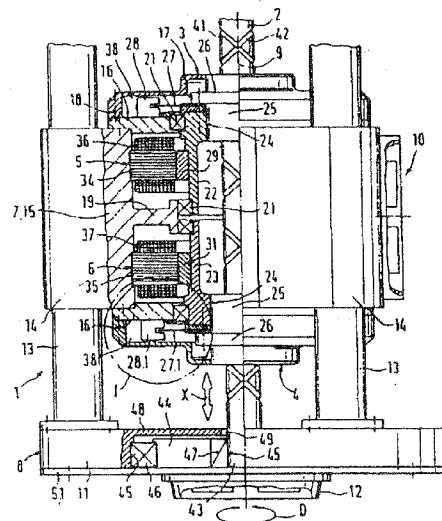
71 Anmelder:
FISW Forschungs- und Ingenieurgesellschaft für
Steuerungstechnik GmbH, 7000 Stuttgart, DE

74 Vertreter:
Solf, A., Dr.-Ing., 8000 München; Zapf, C., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 5600 Wuppertal

72 Erfinder:
Wurst, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., 7015
Korntal-Münchingen, DE

54 Spindelantriebsvorrichtung zur Erzeugung von wahlweisen Linear- und/oder Drehbewegungen der Spindel

Eine Spindelantriebsvorrichtung für einen Linear- und/oder Drehantrieb der Spindel (2), mit zwei in Längsrichtung der Spindel (2) hintereinander in einem Gehäuse (7) gelagerten und auf der Spindel (2) konzentrisch angeordneten Spindelantriebsköpfen (3, 4), die jeweils unabhängig voneinander durch je einen zur Spindel bzw. zu dem Spindelantriebskopf konzentrisch angeordneten Rotor eines Motors (5, 6) in Drehung versetzbar sind, ist so auszugestalten, daß bei Gewährleistung einer kleinen und kompakten Bauweise genaue Verstellbewegungen der Spindel möglich sind. Dies wird dadurch erreicht, daß zumindest ein Antriebskopf (3, 4) mit dem Rotor des zugehörigen Motors (5, 6) über ein Getriebe in Verbindung steht, dessen Symmetrieachse mit der Achse (9) der Spindel (2, 2.1, 2.2) zusammenfällt.



DE 3938353 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Spindelantriebsvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine Spindelantriebsvorrichtung dieser Art weist zwei Spindelantriebsköpfe auf, die mit der Spindel in Mitnahmeverbindung stehen und jeweils von einem eigenen Antriebsmotor antreibbar sind, wobei wenigstens ein Spindelantriebskopf durch ein Spindelgewinde mit der Spindel in Eingriff steht. Der andere Spindelantriebskopf kann ebenfalls durch ein Spindelgewinde mit der Spindel in Antriebsverbindung stehen, wie es aus der CH-PS 5 86 583 zu entnehmen ist, oder der andere Spindelkopf kann durch eine axiale Nut/Federverbindung mit der Spindel in Antriebsverbindung stehen, wie es aus der CH-PS 4 95 517 oder der US-PS 47 30 503 zu entnehmen ist. Bei solchen Spindelantriebsvorrichtungen ist es möglich, durch gleiche und/oder unterschiedliche Drehrichtungen sowie gleiche und/oder unterschiedliche Drehzahlen Drehbewegungen und/oder Axialbewegungen der Spindel wahlweise einzustellen.

Eine Spindelantriebsvorrichtung dieser Art ist überall dort vorteilhaft einsetzbar, wo kombinierte Verstell- und Drehbewegungen auszuführen sind, wie es insbesondere bei Handling-Vorrichtungen oder Robotern der Fall ist.

Insbesondere dann, wenn die Spindel nicht nur genaue Verstellwege auszuführen hat, sondern dabei auch verhältnismäßig große Lasten bewegen muß, wie es z. B. bei Greifern der Fall ist, bei denen das Gewicht der Greifer selbst und das Werkstückgewicht zu berücksichtigen sind, oder wenn bei Robotern weitere Achsen damit bewegt werden sollen ist der Antrieb problematisch, weil zum einen verhältnismäßig große Drehmomente aufzubringen sind und zum anderen die Bewegungssteuerung der Motoren schwierig ist, von deren Genauigkeit die Genauigkeit der Verstellbewegungen abhängig ist. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, daß eine Spindelantriebsvorrichtung von kleiner und kompakter Bauweise sein soll, um möglichst wenig Raum zu beanspruchen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Spindelantriebsvorrichtung der eingangs angegebenen Art so auszugestalten, daß bei Gewährleistung einer kleinen und kompakten Bauweise genaue Verstellbewegungen der Spindel möglich sind.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Ausgestaltung führen die Motoren aufgrund des Untersetzungsgetriebes im Vergleich zu den Verstellbewegungen der Spindel große Verstellwege aus, wodurch nicht nur das jeweils erforderliche Antriebsdrehmoment verringert ist, sondern die Motoren einfacher und genauer gesteuert werden können, wobei Toleranzen bei der Steuerung des Verstellweges aufgrund des Untersetzungsgetriebes ebenfalls untersetzt und somit verringert werden, so daß sich genaue Verstellbewegungen für die Spindel erreichen lassen. Dabei wird die angestrebte kleine und kompakte Bauweise durch ein Getriebe erreicht, dessen Symmetrieachse mit der Achse der Spindel zusammenfällt.

Im Anspruch 26 ist eine Weiterbildung enthalten, die sich auch als Alternativlösung eignet und deshalb auch zu einer kleinen Bauweise beiträgt, weil die Anordnung des Getriebes an der Traverse das Gehäuse der Spindelantriebsvorrichtung platzmäßig nicht beeinträchtigt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung, die ebenfalls zu einer einfachen, kompakten und preisgün-

stig herstellbaren Bauweise beitragen sowie die Funktion und auch die Steuerung verbessern und aus Montage- bzw. Demontagegründen von Vorteil sind, sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von in einer Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Spindelantriebsvorrichtung in der Drauf- oder Seitenansicht, teilweise axial geschnitten;

Fig. 2 eine Spindelantriebsvorrichtung mit einem Untersetzungsgetriebe, das in dem in Fig. 1 mit 1 gekennzeichneten Bereich angeordnet ist;

Fig. 3 eine abgewandelte Spindelantriebsvorrichtung in der Seitenansicht, teilweise axial geschnitten;

Fig. 4 den Schnitt 4-4 in Fig. 9;

Fig. 5 eine abgewandelte Spindelantriebsvorrichtung in der Seitenansicht, teilweise axial geschnitten als weiteres Ausführungsbeispiel;

Fig. 6 den Teilschnitt 6-6 in Fig. 5;

Fig. 7 einen der Fig. 7 entsprechenden Teilschnitt in abgewandelter Ausgestaltung;

Fig. 8 eine Rollenführung für das Spindelgewinde als Einzelheit in vergrößerter Darstellung;

Fig. 9 den Teilschnitt 9-9 in Fig. 8;

Fig. 10 einen der Fig. 9 entsprechenden Teilschnitt in abgewandelter Ausgestaltung der Rollenführung;

Fig. 11 eine Spindelantriebsvorrichtung mit einem Untersetzungsgetriebe in abgewandelter Anordnung und/oder Ausgestaltung.

Die wesentlichen Teile der in Fig. 1 mit 1 bezeichneten Spindelantriebsvorrichtung sind die Spindel 2 oder eine Hohlspindel, zwei mit der Spindel in Antriebsverbindung stehende Antriebsrotoren in Form von Spindelmuttern 3, 4, zwei voneinander unabhängig betreibbare elektrische Antriebsmotoren 5, 6, wobei die Spindel 2, die Spindelmuttern 3, 4 und die Antriebsmotoren 5, 6 in einem Gehäuse 7 angeordnet bzw. gelagert sind, und eine Führungseinheit 8 für die Spindel 2, wobei die Führungseinheit 8 koaxial zur Spindel 2 bzw. deren Längsachse 9 durch eine sich quer zur Spindel 2 erstreckende Traverse 11 gebildet ist, die koaxial zur Spindel auf ihrer dem Gehäuse 2 abgewandten Seite einen Adapter 12 für einen Werkzeuganschluß aufweist und durch zwei oder drei Führungsstangen 13 axial geführt ist, die einander diametral oder sternförmig gegenüberliegend an der Traverse 11 verschraubt sind und sich nach rückwärts durch Stangenführungen 14 am Gehäuse 7 erstrecken, die durch Führungsbohrungen gebildet sein können.

Das Gehäuse 7 besteht aus einem Mantelteil 15 an dessen Stirnseiten jeweils eine Stirnplatte 16 und jeweils eine letztere überdeckende Stirnkappe 17 bei 18 angeschraubt sind. Von der Innenfläche des Mantelteils 15 springt radial einwärts ein Lagersteg 19 vor, der mit den Stirnplatten 16 der Lagerung mittels Lagerteilen, insbesondere Wälzlagern 21, von Lagerhülsen 22, 23 dient, die an ihren äußeren Enden Lagerbohrungen 24 aufweisen, in denen die Spindelmuttern 3, 4 mit ihren runden Gehäuseteilen 25 passend eingesetzt und mittels Schrauben verschraubt sind, die jeweils einen Flanschring 26 der zugehörigen Spindelmutter 3, 4 durchfassen und achsparallel in die Lagerhülsen 22, 23 einfassen. Zwischen den Flanschringen 26 und den Lagerhülsen 22, 23 oder einer Lagerhalte-Ringscheibe ist ein scheibenförmiges bewegbares Impulsgeberteil 27, 27.1 befestigt, das sich radial auswärts erstreckt und jeweils mit einem zugehörigen stationären Impulsgeberteil 28, 28.1 zusammenwirkt, das beim vorliegenden Ausführungsbei-

spiel durch einen Abtastkopf gebildet ist, der auf der Außenseite der zugehörigen Stirnplatte 16 befestigt ist und innenseitig einen Spalt aufweist, in den das bewegliche Impulsgeberteil 27, 27.1 drehbar hineinragt. Auf jeder Lagerhülse 22, 23 ist ein Läufering 39, 31 befestigt, der Teil des zugehörigen Motors 5, 6 ist mit jeweils einem Stator 34, 35 und Wicklungen 36, 37. Jeder Stator 34, 35 ist etwa mittig zwischen den Stirnplatten 16 und Lagersteg 19 fest in das Mantelteil 15 eingesetzt. Mittels den Impulsgeberteilen 27, 27.1, 28, 28.1 ist jedem Motor 5, 6 eine Weg- und Geschwindigkeitsmeßeinrichtung zugeordnet, die eine Weg- und Geschwindigkeitssteuerung der Motoren 5, 6 ermöglicht. Diese Impulsgeberteile sind jeweils in dem Hohlraum 38 der zugehörigen Stirnkappe 17 aufgenommen und somit geschützt angeordnet. Die inneren Ränder der Stirnkappen 17 umschließen verhältnismäßig dicht die äußeren Enden der Spindelmutter 3, 4. Mit 10 sind die erforderlichen elektrischen Anschlüsse bezeichnet.

Die Spindel 2 weist ein Links- und ein Rechtsgewinde auf, deren sich kreuzende Rillen mit 41, 42 bezeichnet sind. In diese Rillen fassen an den Spindelmutter 3, 4 innenseitig angeordnete Mitnehmerteile formschlüssig ein, wodurch jeweils eine Antriebsverbindung verwirklicht ist. Jeder Spindelmutter 3, 4 ist ein Spindelgewinde zugeordnet, d. h. jedes Mitnehmerteil oder die Mitnehmerteile der zugehörigen Spindelmutter 3, 4 gleiten nur in der zugehörigen Rille 41, 42.

Das frontseitig aus dem Gehäuse 7 herausragende und mit 43 bezeichnete Ende der Spindel 2 ist mittels einer Lagerscheibe 44 in der Traverse 11 gelagert. Die Lagerscheibe 44 befindet sich in einer frontseitig offenen flachen Lagerbohrung 45 und sie ist mittels eines Lagers, vorzugsweise eines Wälzlagers 46 an der Innenwand der Lagerbohrung 45 gelagert. Die Lagerscheibe 44 kann eine andeutungsweise dargestellte Spannvorrichtung 47 aufweisen, mittels der die in die Lagerscheibe 44 einfassende Spindel 2 mit der Lagerscheibe 44 verspannbar ist. In der Rückwand 48 der Traverse 11 ist eine Bohrung 49 vorgesehen, durch die sich die Spindel 2 mit Bewegungsspiel erstreckt. Frontseitig ist die Traverse 11 bzw. die Lagerbohrung 45 durch eine Scheibe 51 abgedeckt, an der frontseitig der Adapter 12 befestigt ist.

Wenn beide Spindelmutter 3, 4 mit gleicher Drehzahl und gleicher Drehrichtung getrieben werden, führt die Spindel 2 eine reine Rotationsbewegung aus. Wenn die Spindelmutter 3, 4 mit unterschiedlichen Drehzahlen angetrieben werden, führt die Spindel 2 eine Drehbewegung D und gleichzeitig auch eine Axialbewegung X aus, wobei die jeweilige Bewegungsrichtung durch den jeweils schneller drehenden Motor 32, 33 bestimmt wird. Wenn die Spindelmutter 3, 4 mit gleicher Drehzahl aber in entgegengesetzter Drehrichtung angetrieben werden, führt die Spindel 2 eine reine axiale Bewegung X bzw. Vorschub- oder Rückzugbewegung aus. Auf diese Weise kann eine wahlweise Axial- und/oder Drehbewegung bzw. Steuerbewegung eingestellt und mittels der jeweils vorhandenen Weg- und Geschwindigkeitsmeßeinrichtung gesteuert werden.

Im Gegensatz zum vorbeschriebenen Ausführungsbeispiel, bei dem die Spindelmutter 3, 4 direkt angetrieben werden, ist am Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ein Untersetzungsgetriebe 55 zwischen dem zugehörigen Motor 6 und der zugehörigen Spindelmutter 4 eingeschaltet. Es handelt sich um ein Umlaufgetriebe oder Planetengetriebe mit zur Längsachse 9 der Spindel 2 konzentrischer bzw. symmetrischer Anordnung.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel besteht das Untersetzungsgetriebe 55 aus einem außenverzahnten Zahnring 56, der konzentrisch stirnseitig an die Lagerhülse 23 angeschraubt ist. Mit dem Zahnring 56 kämmen vorzugsweise mehrere einander diametral gegenüberliegende oder sternförmig auf einem Teilkreis verteilt angeordnete Planeten-Zahnräder 57, die außenseitig mit einem innen verzahnten Zahnring 58 kämmen, der ebenfalls in coaxialer Anordnung an der zugehörigen Stirnplatte 16 bzw. dem Mantelteil 15 befestigt ist. Das oder die Ritzel 57 sind um ihre Mittelachsen 59 frei drehbar gelagert und mittels Bolzen 61 an einer Drehscheibe 62 gelagert, die mit dem Flanschring 26 der Spindelmutter 4 verschraubt und in einem Lager, vorzugsweise einem Wälzlager 63 drehbar gelagert ist, das zwischen der Außenfläche der Drehscheibe 62 und der Innenfläche eines Lagerrings 64 gebildet ist, der in coaxialer Anordnung am Mantelteil 15 befestigt ist, vorzugsweise mittels achsparallelen, den Lagerring 64, den Zahnring 58 und die zugehörige Stirnplatte 16 durchfassenden und in das Mantelteil 15 einfassenden Schrauben. Bei dieser Ausgestaltung ist zwischen der Lagerhülse 23 und der Spindelmutter 4 ein Bewegungsspiel S vorgesehen, da die Spindelmutter 4 hier mittels der Drehscheibe 62 gelagert ist. Die Impulsgeberteile 27.1, 28.1 befinden sich zwischen der zugehörigen Stirnplatte 16 und dem Planetenrad 57, wobei das bewegbare Impulsgeberteil 27.1 am Zahnring 56 befestigt ist.

Im Rahmen der Erfindung kann ein Untersetzungsgetriebe 55 gleichzeitig auch zwischen dem anderen Motor 5 und der anderen Spindelmutter 3 vorzugsweise in der vorbeschriebenen entsprechenden Ausgestaltung vorgesehen sein, oder es kann auch nur zwischen dem Motor 5 und der Spindelmutter 3 ein Untersetzungsgetriebe 55 vorgesehen sein. Die jeweilige Ausgestaltung richtet sich nach den Anforderungen an Verstellweg und Verstellkraft, die sich im jeweiligen Verwendungsfall ergeben.

Die Ausgestaltung der Spindeltriebsvorrichtung 1 nach Fig. 3 ist bis auf die Ausgestaltung der hier mit 2.1 bezeichneten Spindel im wesentlichen mit der Ausgestaltung gemäß Fig. 1 vergleichbar und es sind für vergleichbare Teile auch gleiche Präzisionszeichen verwendet, so daß es einer besonderen Beschreibung der Einzelteile nicht bedarf. Hier weist die Spindel 2.1 nur ein Spindelgewinde auf, das links- oder rechtsgängig sein kann und durch die in Fig. 1 mit 42 bezeichnete Rille gebildet sein kann, in die das zugehörige Mitnehmerteil einfaßt. Anstelle der zweiten Spindelmutter 4 ist hier eine Spindelhülse 71 vorgesehen, die an der Lagerhülse 23.1 befestigt ist und nach vorn aus dem Gehäuse 7 vorspringen kann. Die Spindelhülse 71 steht mit der Spindel 2.1 durch eine Paßfeder 72 in Drehantriebsverbindung, die an der Spindel 2.1 befestigt ist und mit Bewegungsspiel in eine achsparallele Gleitnut 73 in der Innenwand der Spindelhülse 71 einfaßt. Aufgrund dieser Ausgestaltung kann der Motor 6 nur einen Drehantrieb oder Drehbremsantrieb auf die Spindel 2.1 ausüben, während der Motor 5 einen Drehantrieb und/oder Drehbremsantrieb auf die Spindel 2.1 ausüben und diese zugleich axial antreiben kann.

Diese Ausgestaltung führt zu einer Stabilisierung der Spindeltriebsvorrichtung insbesondere dann, wenn ein großer Wirkabstand zwischen dem Gehäuse 7 und einem Kraftangriffspunkt, z. B. den frontseitig auf der Spindel 2.1 befestigten Werkzeug (nicht dargestellt) vorgegeben ist. In einem solchen Fall ergibt sich bei Drehbelastungen eine verhältnismäßig große Torsions-

länge für die Spindel 2.1. Diese Torsionslänge kann durch den Abstand b zwischen dem Gehäuse 7 und der Paßfeder 72 verringert werden, wobei zu berücksichtigen ist, daß dieser Abstand b wahlweise vergrößert und auch so ausgelegt werden kann, daß die Paßfeder 72 sich in der Nähe des Kraftangriffspunktes bzw. Werkzeugs befindet. Es wird somit ein großer Teil der Torsionsbelastung von der Spindelhülse 71 aufgenommen, wodurch die Spindel 2.1 entlastet wird.

Bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 5 bis 7 ist ebenfalls nur eine Drehantriebsverbindung in Form einer Paßfeder/Nutverbindung zwischen der hier mit 2.2 bezeichneten Spindel und dem vorderen Motor 6 vorgesehen. Hier ist die Drehmitnahmeverbindung jedoch innerhalb des Gehäuses 7 vorgesehen, wobei eine Führungshülse 23.2 mit einer Führungsbohrung 75 vorgesehen ist, die die Spindel 2.2 mit Gleitspiel durchfaßt und somit zur radialen Lagerung der Spindel 2.2 dient. In der Führungsbohrung 75 ist wenigstens eine sich achsparallel erstreckende, einstückig angeformte oder an der Führungsbohrungswand befestigte Paßfeder 76 vorgesehen, die in eine Längsnut 77 in der Mantelfläche der Spindel 2.2 mit geringem Gleitspiel einfaßt. Vorzugsweise sind zwei Paßfedern 76 und Längsnuten 77 einander diametral gegenüberliegend angeordnet, wie es in Fig. 6 ersichtlich ist. Anstelle einer Paßfeder und einer Nut kann auch eine unrunde Querschnittsfläche der Spindel 2.2 und ein Führungsloch entsprechenden Querschnitts in der Führungshülse 23.2 vorgesehen sein. Gemäß Fig. 7 ist eine solche Drehmitnahmeverbindung durch eine sich längs über die Spindel 2.2 erstreckende Abflachung 78 gebildet, wobei das Führungsloch in der Führungshülse 23.2 einen entsprechend angepaßten Querschnitt mit einer der sektorialen Fläche 79 angepaßten Fläche aufweist. Auch bei dieser Ausgestaltung können zwei Abflachungen 78 einander diametral gegenüberliegend angeordnet und eine entsprechende Formgebung für das Führungsloch vorgegeben sein.

Bei dieser Ausgestaltung ist die Paßfeder/Nutverbindung zwischen dem Motor 6 und der Spindel 2.2 innerhalb des Gehäuses 7 angeordnet.

Wie schon bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 3 und 4 ist auch hier eine genauere Verstellung der Spindel in Umfangsrichtung möglich, weil eine Paßfeder/Nutverbindung mit geringeren Kosten und mit geringeren Toleranzen hergestellt werden kann, als es bei einem Spindelgewindeeingriff möglich ist. Es ist deshalb von Bedeutung, daß der dem an der Spindel wirksamen Kraftangriffspunkt nähere Antriebskopf, hier die Führungshülse 23.1, 23.2 oder die Spindelhülse 71 bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 3 und 4 mit der Paßfeder/Nutverbindung versehen ist. Dies gilt auch für eine Mitnahmeverbindung mit Abflachung 78.

Aus dem Vorbeschriebenen ergibt sich die Forderung nach möglichst geringem Eingriffsspiel zwischen den Antriebsköpfen und der zugehörigen Spindel. Grundsätzlich können in die Rillen 41 und/oder 42 des Spindelgewindes gleitend oder rollend eingreifende Mitnahmerelemente vorgesehen sein. Es eignen sich insbesondere Wälzlager Elemente als Drehmitnahmerelemente, weil solche Drehmitnahmeverbindungen mit größerer Präzision hergestellt werden können und auch leichtgängiger sind. Als Wälzlager Elemente eignen sich insbesondere Kugeln, Zylinderrollen oder Kegelrollen, wodurch entsprechende Querschnittsformen für die Rillen bzw. Nuten des Spindelgewindes vorgegeben sind.

In den Fig. 8 bis 10 sind Ausgestaltungen für einen Spindelgewindeeingriff hoher Präzision dargestellt, die

bei allen vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen vorzugsweise zur Anwendung kommen können.

Das hier allgemein mit 81 bezeichnete Spindeleingriffselement wird durch zwei Wälzlager Teile 82 gebildet, deren Durchmesser d kleiner ist als die Breite c der zugehörigen Nut bzw. Rille 41, 42 der Spindel 2.2.1 oder 2.2. Dabei sind die in Rillenlängsrichtung hintereinander angeordneten Wälzlager Teile 82 so versetzt zueinander angeordnet, daß die von ihnen eingenommene Breite e der Breite c der zugehörigen Rinne 41, 42 entspricht. Hierdurch ist ein spielfreier Mitnahmeeingriff möglich. Bei der Ausgestaltung gemäß den Fig. 8 und 9 kommen Wälzlager Teile 82 in Form von Zylinderrollen zum Einsatz, wobei die beiden zueinander achsparallelen Wälzlager Teile 82 an den einander gegenüberliegenden Seitenflächen 83 der hier im Querschnitt rechteckigen Rinne 41 einfassen. Bei der Ausgestaltung nach Anspruch 10 werden Wälzlager Teile 82 in Form von zu ihren freien Enden hin konvergierenden Kegelrollen in der vorbeschriebenen Anordnung entsprechender Anordnung eingesetzt, wodurch eine entsprechende kegelförmige Form der zugehörigen Rinne 41 vorgegeben ist. Es ist vorteilhaft, mehrere Paare Wälzlager Teile 82 auf den Umfang verteilt vorzusehen, wodurch die Präzision und auch das übertragbare Drehmoment vergrößert wird. Bei einer Spindel 2 mit links- und rechtsgängigem Spindelgewinde sind wenigstens zwei Wälzlager Teilpaare 84 vorzusehen, die jeweils einen Abstand f voneinander aufweisen, der größer ist als die Breite c der zugehörigen Rinne. Hierdurch ist eine permanente Führung auch dann gewährleistet, wenn ein Wälzlager Teilpaar 84 den Kreuzungspunkt der Rinnen passiert.

Die Spindelmuttern 3, 4, die Spindelhülse 71 und die Führungshülsen 23.1, 23.2 können mit ihrem jeweiligen Führungsloch zugleich ein Gleitlager für die Spindel 2 in Form eines Radiallagers bilden. Gemäß Fig. 9 und 10, die die zugehörige Spindelmutter 3, 4 und die Spindel 2 im Querschnitt verdeutlichen, befindet sich in der Spindelmutter 3, 4 eine Gleitlagerhülse 86, in der die Spindel 2 mit möglichst geringem Spiel drehbar und längsverschiebbar geführt ist. Die Wälzlager Teile 82 durchfassen die Gleitlagerhülse 86 in einem Loch 87. Sie sind auf einem sich radial erstreckenden Lagerbolzen 88 frei drehbar gelagert, der in die Wandung der Spindelmutter fest eingesetzt ist.

Es ist auch möglich, die Paßfeder 72 oder ein entsprechendes Paßstück an der Hülse 71 zu befestigen und an einer Abflachung der Spindel 2.1 gleitend anliegen zu lassen, vergl. Andeutung in Fig. 3 im Bereich des vorderen Endes der Lagerhülse 23.1 oder hinteren Endes der Spindelhülse 71.

Mit 10 sind die erforderlichen elektrischen Anschlüsse bezeichnet, die sich innerhalb einer an der Mantelfläche des Gehäuses 7 angeordneten Anschlußeinheit befinden.

Weitere vorteilhafte Ausbildungen ergeben sich, wenn anstelle oder zusätzlich zum Getriebe 55 am Gehäuse 7 gemäß Fig. 2 ein Getriebe 55a an der Führungseinheit 8 bzw. dessen Traversenteil 11 angeordnet ist. Das Getriebe 55a ist vorzugsweise ebenfalls coaxial zur Achse 9 der Spindel 2 angeordnet und weist insbesondere einen im wesentlichen gleichen Aufbau auf, wie das Getriebe 55. Eine solche Ausgestaltung bzw. Anordnung ist in Fig. 11 dargestellt, die die Führungseinheit 8 im Teilschnitt in etwas vergrößerter Darstellung mit dem gegebenenfalls weiteren Getriebe 55a zeigt. Die Konstruktion erlaubt es, daß das Getriebe 55a im wesentlichen denselben Aufbau wie das Getriebe 55 in

Fig. 2 haben kann. Dies ist nicht zwingend aber im Hinblick auf die Möglichkeit der Verwendung gleicher Bauteile wirtschaftlicher und vorteilhafter. Während die Getriebeanordnung nach Fig. 2, wie schon erklärt, zur Reduktion der Trägheitsmomente der Spindel 2 und der daran angebrachten Massen sowie zur Momentenreduktion dient, bewirkt die Anordnung des Getriebes 55a nach Fig. 11, daß die Massenträgheitsmomente, die auf die Spindel 2 wirken, reduziert werden und damit die Schwingungsneigung der Spindel 2 verringert wird. Diese Vorteile werden sowohl bei einer zusätzlichen Anordnung des Getriebes 55a als auch bei einer Anordnung anstelle des Getriebes 55 erreicht. Insbesondere bei der zusätzlichen Anordnung des Getriebes 55a wird das auf die Spindel 2 wirksame Torsionsmoment wesentlich verringert. Die vorgenannten Vorteile sind insbesondere dann von Bedeutung, wenn die Antriebsvorrichtung 1 in entsprechender Baugröße als Hauptachse eines Handhabungsautomaten oder eines Roboters eingesetzt wird und dabei große Massen bewegen muß. Aufgrund der Variationsmöglichkeiten mit und ohne dem Getriebe 55 kann die Spindelantriebsvorrichtung 1 als Baukastensystem den Erfordernissen angepaßt und aufgebaut werden, wobei das Grundprinzip immer beibehalten wird.

Gemäß Fig. 11 wird die Spindel 2 nicht mehr über die Spannstelle 47 mit der Scheibe 44 verbunden, sondern sie wirkt als Eingangswelle für das Getriebe 55a, wobei sie mit ihrem Durchmesser gegebenenfalls vergrößertem Vorderende 2a in die zentrale Aufnahmebohrung 91 eines Zahnringes 56a drehfest einfaßt der auf seiner dem Gehäuse 7 abgewandten Außen-Umfangshälfte eine Außenverzahnung aufweist, die mit einem oder mehreren auf dem Umfang verteilt angeordneten Planeten-Zahnradern 57a kämmt, die außenseitig mit einem innen verzahnten Zahnring 58a kämmen, der — wie schon der Innen-Zahnring 56a — koaxial zur Spindel 2 angeordnet ist und als Umfangswand eines Gehäuses für das Getriebe 55a zwischen einem Lagerring 64a und einer rückseitigen Stirnplatte 16a mittels nicht dargestellter Schrauben eingespannt ist. Das so gebildete Gehäuse 92 ist rückseitig an der Traverse 11 angeordnet, vorzugsweise zur Platzersparnis in einer rückseitigen Ausnehmung 93 mit der Tiefe k. Das oder die Planeten-Zahnradern 57 sind um ihre Mittelachsen 59a frei drehbar mittels Bolzen 61a an einer Drehscheibe 62a gelagert, die in einem Lager, vorzugsweise einem Wälzlager 63a drehbar gelagert ist, das zwischen der Außenfläche der Drehscheibe 62a und der Innenfläche des Lagerrings 64a angeordnet ist. Der Zahnring 56a ist durch ein auf seiner hinteren Umfangshälfte ausgebildeten bzw. angeordneten Lager, insbesondere ebenfalls ein Wälzlager 94, am inneren Umfangsrand der ringförmigen Stirnplatte 16a drehbar gelagert. An der Frontseite der Drehscheibe 62a ist in nicht dargestellter Weise eine Scheibe 95 koaxial befestigt, die an ihrer Vorderseite den Adapter 12 für einen Werkzeuganschluß trägt. Die Scheibe 95 kann zusätzlich zum Wälzlager 63a durch ein zwischen ihrer Außenumfangsfläche und der Innenumfangsfläche des Traversenkörpers 96 angeordneten, insbesondere durch ebenfalls ein Wälzlager 97 gebildeten Lager gelagert sein, wobei zwischen dem Lagerring 64a und dem Traversenkörper 96 eine Lagerscheibe 98 angeordnet sein kann, die zur Axialhalterung der Wälzlager 63a und 96 dienen kann, indem sie Anlagenschultern bildet. Wie schon bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 1 ist auch hier eine Frontscheibe 51a zur Axial-sicherung der Lagerung bzw. des Wälzlagers 96 vorge-

sehen.

Auch bei dieser Ausgestaltung ist das wenigstens eine Zahnrad 57a wesentlich schmaler bemessen als der Außen-Zahnring 58a, so daß hinter dem Zahnrad 57a ein Ring-Hohlraum 99 besteht, in dem die an der Stirnplatte 16a bzw. am Innen-Zahnring 56a befestigten Impulsgeberteile 27.1, 28.1 angeordnet werden können. Die Anordnung der Impulsgeberteile am Getriebe 55a ist aufgrund der durch die Übersetzung des ersten Getriebes 55 vorgegebenen größeren Auflösung vorteilhaft.

Die Stirnplatte 16a, der Außen-Zahnring 58a, der Lagering 64a und die Lagerscheibe 98 sind durch axiale, sie durchfassende Schrauben am Traversenkörper 96 verschraubt, wie es in Fig. 11 angedeutet ist.

Die Zahnringe 56a, 58a, das wenigstens eine Zahnrad 57a mit dem zugehörigen Lagerbolzen 61a, die Drehscheibe 62a, der Lagerring 64a, die Stirnplatte 16a und die Impulsgeberteile 27.1, 28.1 sind vorzugsweise mit entsprechenden Teilen des ersten Getriebes 55 identisch, so daß sie wahlweise für eines oder beide Getriebe 55, 55a verwendet werden können. Bei beiden Getrieben 55, 55a wird die Antriebskraft von der Spindel 2 über die Getriebeteile auf den Adapter 12 als frontseitiges Antriebssteil übertragen.

Patentansprüche

1. Spindelantriebsvorrichtung für einen Linear- und/oder Drehantrieb der Spindel (2) mit zwei in Längsrichtung der Spindel (2) hintereinander in einem Gehäuse (7) gelagerten und auf der Spindel (2) konzentrisch angeordneten Spindelantriebsköpfen (3, 4), die jeweils unabhängig voneinander durch je einen zur Spindel bzw. zu dem Spindelantriebskopf konzentrisch angeordneten Rotor eines Motors (5, 6) in Drehung versetzbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Antriebskopf (3, 4) mit dem Rotor des zugehörigen Motors (5, 6) über ein Getriebe (55) in Verbindung steht, dessen Symmetrieachse mit der Achse (9) der Spindel (2, 2.1, 2.2) zusammenfällt.
2. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Getriebe (55) ein konzentrisch zur Spindel (2) angeordnetes Umlaufgetriebe (55) ist.
3. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Umlaufgetriebe ein Planetengetriebe ist.
4. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Umlaufgetriebe ein Untersetzungsgetriebe ist (Drehzahl Motor > Drehzahl Spindel).
5. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Umlaufgetriebe (55) zwischen dem dem Abtriebsende (43) der Spindel (2) zugeordneten Antriebskopf (4, 23.1, 23.2) und dem zugehörigen Motor (6) angeordnet ist.
6. Spindelantriebsvorrichtung, insbesondere nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindel (2) das Gehäuse (7) durchsetzt, daß die Motoren (5, 6) als die Spindel (2, 2.1, 2.2) umgebende Ringmotoren im Gehäuse (7) hintereinander angeordnet sind, deren innere Rotoren (29, 31) mit im Gehäuse (7) drehbar gelagerten Lagerhülsen (22, 23.1, 23.2) verbunden oder als solche ausgebildet sind, und daß die An-

triebsköpfe (3, 4) mit den Lagerhülsen (22, 23.1, 23.2) verbunden oder als solche ausgebildet sind.

7. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebsköpfe im Gehäuse nahe hintereinander angeordnete Spindelmuttern (3, 4) sind und die Spindel (2) ein links- und rechtsgängiges Spindelgewinde (41, 42) aufweist.

8. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Planetengetriebe einen mit dem zugehörigen Rotor (31), insbesondere der zugehörigen Lagerhülse (23), drehfest verbundenen außenverzahnten Zahnring (56), einen in der gleichen Ebene angeordneten, innenverzahnten Zahnring (58) größeren Durchmessers und wenigstens ein, vorzugsweise mehrere einander diametral oder sternförmig gegenüberliegende Planetenzahnräder (57) aufweist, das zwischen den Zahnringen (56, 58) mit diesen kämmend angeordnet und mittels eines Lagerbolzens (61) drehbar an einer Drehscheibe (62) gelagert ist, die drehbar am Gehäuse (7) gelagert und mit dem zugehörigen Antriebskopf (4) fest verbunden ist.

9. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der außenverzahnte Zahnring (56) an der Stirnseite des Rotors bzw. der Lagerhülse (23) angeordnet ist, daß der innenverzahnte Zahnring (58) an der Stirnseite des Gehäuses (7) oder Anbauteilen desselben (Stirnplatte 16) angeordnet ist, und daß die Drehscheibe (62) außenseitig vom Planetenzahnrad (57) angeordnet ist.

10. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehscheibe (62) an oder auf dem zugehörigen Antriebskopf (4) sitzt.

11. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß einer der beiden Antriebsköpfe (3, 4) durch eine axial verschiebbare Drehmitnahmeverbindung (72, 76, 78) mit der Spindel (2, 2.1, 2.2) verbunden ist.

12. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Antriebskopf (23.1, 71, 23.2) durch die axial verschiebbare Drehmitnahmeverbindung mit der Spindel (2.1, 2.2) verbunden ist, der dem Abtriebsende (43) der Spindel (2) zugewandt ist.

13. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der die axial verschiebbare Drehmitnahmeverbindung aufweisende Antriebskopf (71) zum Abtriebsende der Spindel (2.1) hin vom Gehäuse (7) vorspringt und die axial verschiebbare Drehmitnahmeverbindung (72) in einem Abstand (b) vom Gehäuse (7) angeordnet ist.

14. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der vom Gehäuse (7) vorragende Antriebskopf durch eine Hülse (71) oder ein Rohr gebildet ist.

15. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die axial verschiebbare Drehmitnahmeverbindung durch eine an der Spindel (2.1, 2.2) oder am Antriebskopf (23.2, 71) befestigte Paßfeder (72) gebildet ist, die in eine im Antriebskopf (23.2, 71) oder in der Spindel (2.1, 2.2) ausgebildete Gleitnut (73) einfaßt.

16. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 15,

dadurch gekennzeichnet, daß mehrere, vorzugsweise zwei einander diametral gegenüberliegende Paßfedern (72) und Gleitnuten (73) vorgesehen sind.

17. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die axial verschiebbare Drehmitnahmeverbindung durch eine, vorzugsweise zwei einander diametral gegenüberliegende Abflachungen (78) der Spindel (2.2) und ein an deren Querschnittsform angepaßtes Führungsloch im Antriebskopf (23.2) gebildet ist.

18. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die mit der Abflachung (78) korrespondierende Fläche des Führungslochs von einer eingesetzten Paßfeder gebildet ist.

19. Spindelantriebsvorrichtung, insbesondere nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Mitnahmeelemente zwischen den Antriebsköpfen, insbesondere den Spindelmuttern (3, 4), und der Spindel (2) Wälzlagerteile (82) sind, vorzugsweise Zylinderrollen, Kegelrollen oder Kugeln.

20. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Wälzlagerteile (82) auf Lagerbolzen (88) frei drehbar gelagert sind, die sich radial erstrecken und im zugehörigen Antriebskopf (3, 4) befestigt sind.

21. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Wälzlagerteilpaar (84) vorgesehen ist, deren Teildurchmesser (d) kleiner bemessen sind als die Breite (c) der zugehörigen Spindelgewinderinne, (41, 42), wobei die beiden Wälzlagerteile (82) so quer zur Längsrichtung der zugehörigen Gewinderinne (41, 42) versetzt angeordnet sind, daß die von ihnen eingenommene Breite (e) der Breite (c) der zugehörigen Gewinderinne (41, 42) entspricht bzw. die zugehörigen Wälzlagerteile (82) mit ihren Mantelflächen an den Seitenflächen (83) der zugehörigen Spindelgewinderinne (41, 42) anliegen.

22. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 7 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß zwei in Gewinderinnenlängsrichtung benachbarte Wälzlagerteilpaare (82) einen Abstand (f) voneinander aufweisen, der größer ist, als die Breite (c) der Spindelgewinderinnen (41, 42).

23. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Abtriebsende (43) der Spindel (2) in einer dem Gehäuse (7) vorgeordneten Traverse (11) radial abgestützt bzw. gelagert ist, von der vorzugsweise zwei oder mehrere, insbesondere drei einander diametral oder sternförmig gegenüberliegende und an ihr befestigte Führungsstangen (13) sich rückwärts erstrecken, die in Führungslöchern (14) des Gehäuses (7) axial verschiebbar geführt sind.

24. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Abtriebsende der Spindel (2) an einer Lagerscheibe (44) befestigt, vorzugsweise mit ihr verspannbar ist, die in einer Ausnehmung (45) der Traverse (11) angeordnet und darin gelagert ist.

25. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerscheibe (44) einen coaxial angeordneten Adapter (12) für einen

Werkzeuganschluß trägt.

26. Spindelantriebsvorrichtung nach insbesondere dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und Anspruch 23 sowie gegebenenfalls einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 23 oder nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß an der Traverse (11) ein Getriebe (55a) angeordnet ist, das zusätzlich oder anstelle des ersten Getriebes (55) vorgesehen ist und eingangsseitig mit der Spindel (2) und ausgangsseitig mit einem frontseitigen Antriebsteil der Spindelantriebsvorrichtung (1) in Verbindung steht.

27. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß das (zweite) Getriebe (55a) koaxial zur Spindelachse (9) angeordnet ist.

28. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindel (2) eine Eingangswelle des Getriebes (55a) ist.

29. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil frontseitig einen Adapter (12) für einen Werkzeuganschluß aufweist.

30. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Getriebe (55a) einen mit der Spindel (2) drehfest verbundenen außen verzahnten Zahnring (56a), einen in etwa der gleichen Ebene angeordneten, innen verzahnten Zahnring (58a) größeren Durchmessers und wenigstens ein, vorzugsweise mehrere einander diametral oder sternförmig gegenüberliegende Planetenzahnräder (57a) aufweist, das bzw. die zwischen den Zahnringen (56a, 58a) mit diesen kämmend angeordnet und mittels eines Lagerbolzens (61a) drehbar an einer Drehscheibe (62a) gelagert ist bzw. sind, die mit dem frontseitigen Antriebsteil verbunden und mittelbar oder unmittelbar an der Traverse (11) gelagert ist.

31. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß der außen verzahnte Zahnring 56a auf dem vorderen Ende der Spindel (2) sitzt und an einer ringförmigen Stirnplatte (16a) gelagert ist, die mit dem frontseitig an ihr angeordneten innen verzahnten Zahnring (58a) und einem frontseitig an letzterem angeordneten Lagerring (64a) ein Gehäuse (92) des Getriebes (55a) bildet, wobei die Drehscheibe (62a) im Lagerring (64a) gelagert ist.

32. Spindelantriebsvorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (92) rückseitig an der Traverse (11) befestigt ist und dabei vorzugsweise in einer rückseitigen Ausnehmung (93) der Traverse (11) angeordnet ist.

33. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 29 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Antriebsteil (12) mittelbar oder unmittelbar an der Drehscheibe (62a) drehfest angeordnet und vorzugsweise zusätzlich am Körper (96) der Traverse (11) gelagert ist.

34. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß im Hohlraum (99) des Gehäuses des ersten Getriebes (55) oder zweiten Getriebes (55a) Drehweg-Impulsgeberteile mit einem vorzugsweise frontseitig an der zugehörigen Stirnplatte (16, 16a) angeordneten stationären Impulsgeberteil (28.1) und einem vorzugsweise am außen verzahnten Zahnring (56, 56a) angeordneten beweglichen

Impulsgeberteil (27.1) vorgesehen sind.

35. Spindelantriebsvorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste und zweite Getriebe (55, 55a) im wesentlichen gleich ausgestaltet sind, vorzugsweise wenigstens die Zahnringe (56, 56a, 58, 58a), das bzw. die Zahnräder (57, 57a) und der oder die Bolzen (61, 61a) und insbesondere auch die Drehscheibe (62a), die Stirnplatte (16, 16a) und der Lagerring (58, 58a) gleiche Teile sind.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 1

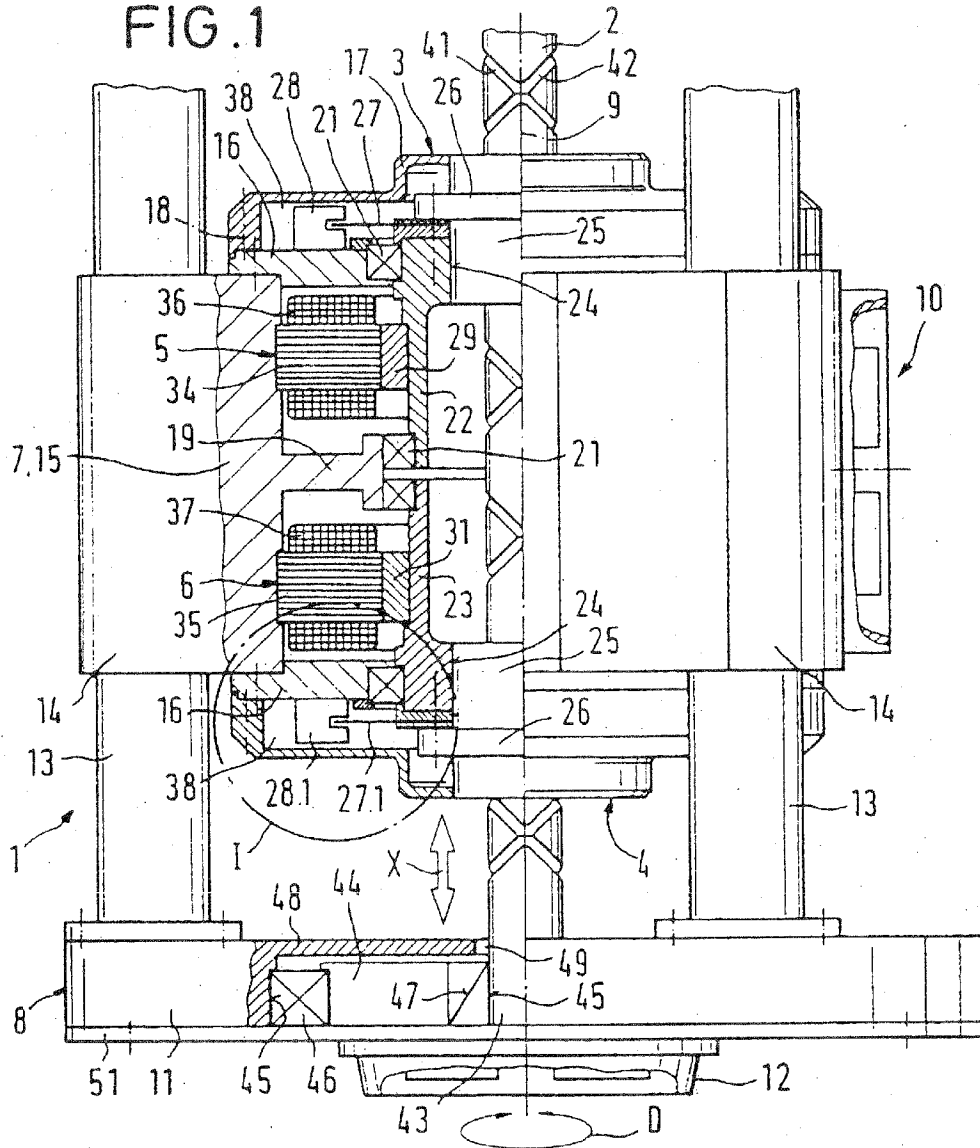
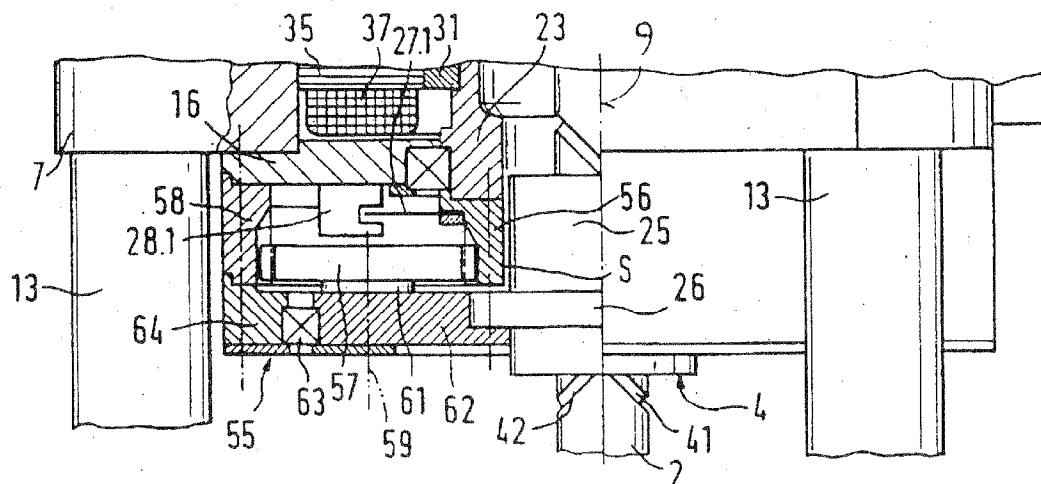


FIG. 2



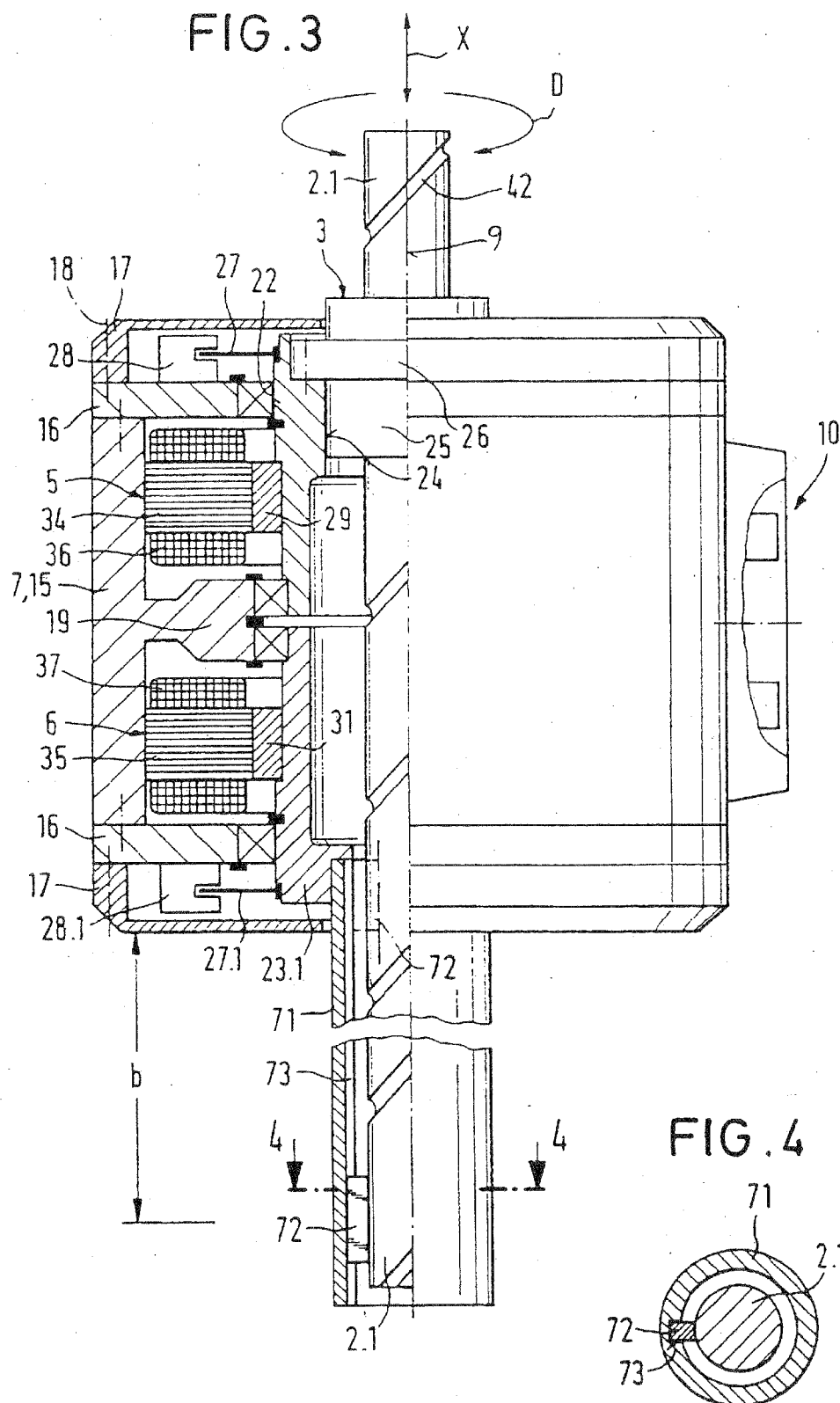


FIG. 5

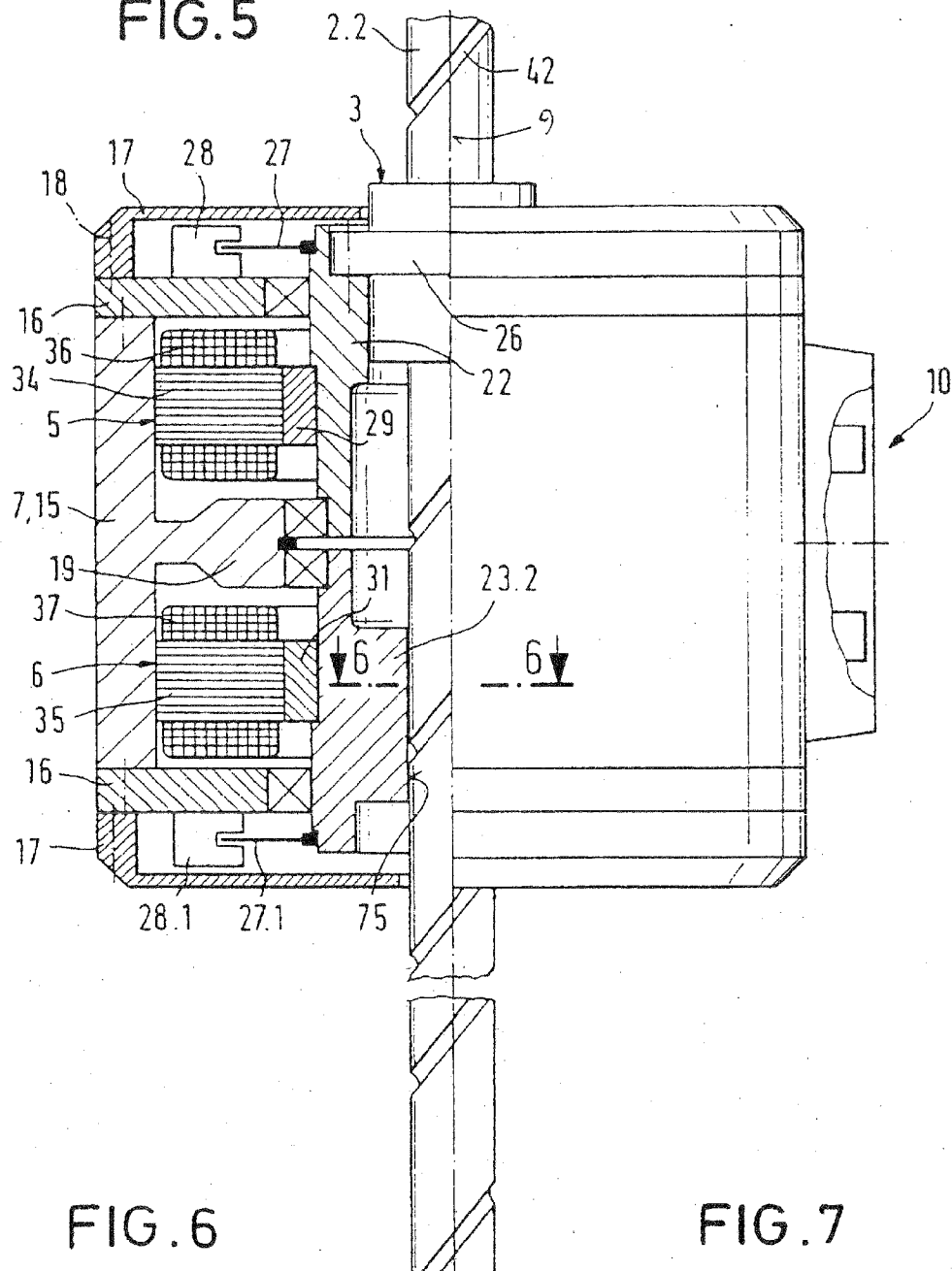


FIG. 6

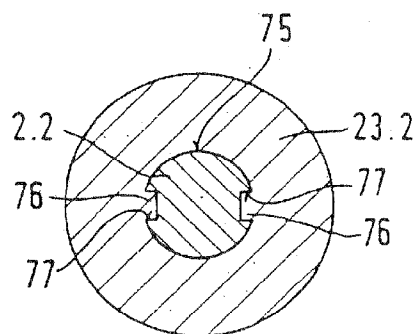


FIG. 7

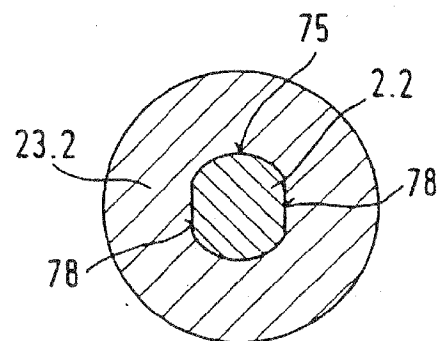


FIG. 8

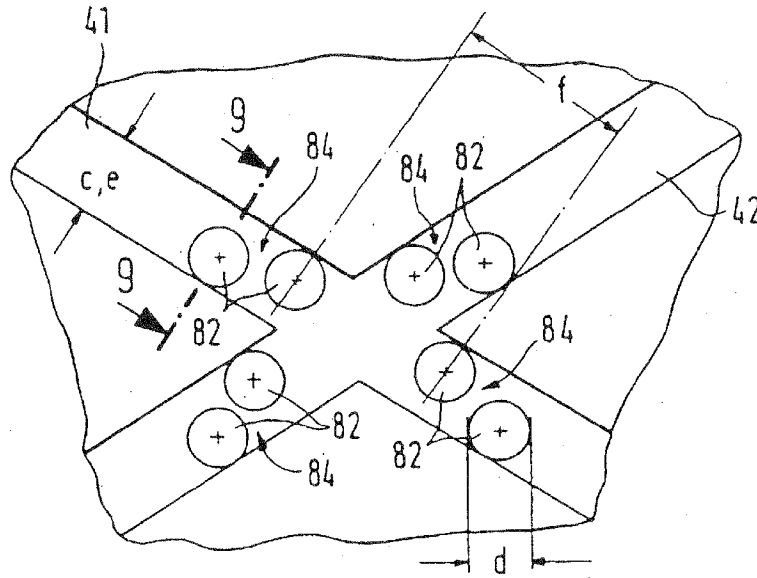


FIG. 9

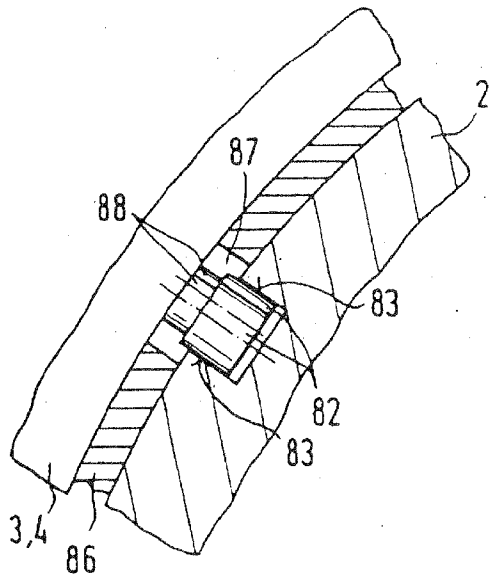


FIG. 10

